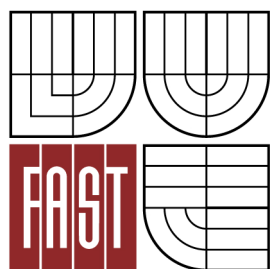




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV VODNÍCH STAVEB**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

# **POSOUZENÍ MOŽNOSTÍ ZVÝŠENÍ OCHRANY PŘED POVODNĚMI**

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITIES OF INCREASE THE FLOOD PROTECTION

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

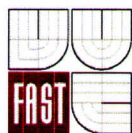
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Ludmila Bartošová

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. HANA UHMANNOVÁ, CSc.

BRNO 2012



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Studijní program</b>        | B3607 Stavební inženýrství                            |
| <b>Typ studijního programu</b> | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| <b>Studijní obor</b>           | 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby            |
| <b>Pracoviště</b>              | Ústav vodních staveb                                  |

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

|   |   |
|---|---|
| <b>Student</b>                              | Ludmila Bartošová                                 |
| <b>Název</b>                                | Posouzení možností zvýšení ochrany před povodněmi |
| <b>Vedoucí bakalářské práce</b>             | Ing. Hana Uhmannová, CSc.                         |
| <b>Datum zadání<br/>bakalářské práce</b>    | 30. 11. 2011                                      |
| <b>Datum odevzdání<br/>bakalářské práce</b> | 25. 5. 2012                                       |
| V Brně dne 30. 11. 2011                     |   |

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.  
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

### **Podklady a literatura**

Raplík M., Výbora P., Mareš K.: Úprava tokov, Alfa, Bratislava. 1989.  
Mareš K.: Úpravy toků, ČVUT, Praha. 1997.  
Chow, Ven Te.: Open Channel Flow. Mc Graw Hill Book Company. 1959.  
<http://www.hec.usace.army.mil>  
Kolář, V., Patočka, C., Bém, J.: Hydraulika. SNTL/ALFA. Praha. 1983.

### **Zásady pro vypracování**

Na základě podrobného průzkumu proveďte posouzení stávající kapacity Ludvíkovického potoka v intravilánu obce Ludvíkovice v okrese Děčín. Na posuzovaném území se v roce 2010 vyskytlo několik povodňových epizod s výrazně zvýšenými průtoky. V srpnu 2010 došlo na řešeném úseku toku k vybřežení a následnému poškození koryta toku a ke škodám na majetku obce a obyvatel. V rámci bakalářské práce proveďte

- posouzení kapacity koryta a objektů na toku ve vazbě na odpovídající míru ochrany dotčeného území,
- ideový návrh protipovodňové ochrany obce s vymezením základních návrhových parametrů, možných kritických bodů a podmínek realizace.

V rámci bakalářské práce je potřeba provést doplnění zaměření objektů na toku.

### **Předepsané přílohy**

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací.

A. Textovou část cca 30 stran:

Úvodní část, popis zájmové lokality, popis stávajícího stavu toku, hydrotechnické výpočty stávající kapacity, popis navrhovaných opatření, závěrečné zhodnocení.

B. Výkresovou část:

Situace zájmového území, podélný profil stávajícího koryta, příčné řezy.



Ing. Hana Uhmánová, CSc.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá posouzením kapacity koryta a objektů na toku Ludvíkovický potok v obci Ludvíkovice. V rámci zpracování bylo provedeno vymodelování zaměřené části koryta ve výpočetním programu HEC-RAS. V další části práce byl vypracován teoretický návrh opatření pro zvýšení kapacity koryta v uvedených kritických bodech dotčeného území.

## **Klíčová slova**

Program HEC-RAS, výpočet hladin, kapacity koryta, Ludvíkovický potok, povodně, Ludvíkovice, proudění v korytě, výpočtové průtoky, posouzení stavu, otevřené koryto

## **Abstract**

This thesis deals with the assessment capacity of channel and objects to the flow Ludvíkovický stream in the village Ludvíkovice. The processing was carried out of the focusing channel modeling in a computer program HEC-RAS. The next section was prepared by theoretical design measures to increase the capacity of the channel in critical points of the territory.

## **Keywords**

Program HEC-RAS, Calculation of surface, Capacity of the stream-bed, Ludvikovice brook, flood, Ludvíkovice, stream-bedflow, Water Analysis, Open channel

### **Bibliografická citace VŠKP**

BARTOŠOVÁ, Ludmila. *Posouzení možností zvýšení ochrany před povodněmi*. Brno, 2011. XX s., YY s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Ing. Hana Uhmánová, CSc..

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Ing. Hany Uhmannové Csc., a že jsem uvedla všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 17.5.2012

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě děkuji všem, kteří mi byli nápomocni při tvorbě mé bakalářské práce. Hlavní poděkování patří paní Ing. Haně Uhmannové, CSc. za velkou trpělivost a odborné vedení. Mé další poděkování patří Ing. Marii Fejfarové za odbornou konzultaci.

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ÚVOD .....</b>                                | <b>10</b> |
| <b>2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA .....</b>                     | <b>11</b> |
| 2.1 Správní údaje.....                              | 11        |
| 2.2 Údaje o povodí .....                            | 11        |
| 2.3 Poměry geologické.....                          | 12        |
| 2.4 Poměry hydrogeologické .....                    | 13        |
| 2.5 Poměry hydrologické .....                       | 14        |
| 2.6 Poměry klimatické .....                         | 14        |
| 2.7 Půdní poměry .....                              | 15        |
| 2.8 Povodně.....                                    | 15        |
| 2.8.1 Povodeň 2010.....                             | 16        |
| 2.9 Energetické využití toku .....                  | 16        |
| 2.9.1 Požadavky na odběr .....                      | 17        |
| 2.9.2 Lesnictví .....                               | 17        |
| 2.9.3 Zemědělství.....                              | 17        |
| 2.9.4 Průmysl .....                                 | 17        |
| 2.9.5 Rekreační využití .....                       | 17        |
| 2.9.6 CHKO Labské Pískovce a České Středohoří ..... | 18        |
| <b>3. TECHNICKÁ ZPRÁVA .....</b>                    | <b>19</b> |
| 3.1 Popis stávajícího stavu .....                   | 19        |
| 3.1.1 Popis koryta toku.....                        | 19        |
| 3.1.2 Objekty na toku .....                         | 21        |
| 3.2 Příčiny povodňové situace 7.8.2010 .....        | 25        |
| <b>4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY.....</b>               | <b>26</b> |
| 4.1 Metoda výpočtu – program HEC-RAS 3.1.3.....     | 26        |
| 4.1.1 Metoda po úsecích – postup výpočtu .....      | 26        |
| 4.2 Popis modelu – Ludvíkovický potok .....         | 27        |
| 4.3 Výsledky z programu HEC-RAS .....               | 29        |
| 4.3.1 Kapacita profilů a objektů na toku.....       | 40        |
| <b>5. TEORETICKÝ NÁVRH OPATŘENÍ.....</b>            | <b>42</b> |
| <b>6. ZÁVĚR.....</b>                                | <b>44</b> |
| <b>7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>             | <b>45</b> |
| 7.1 Použitá literatura .....                        | 45        |
| 7.2 Internetové zdroje.....                         | 45        |



|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>8.</b>  | <b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b> | <b>46</b> |
| 8.1        | Zkratky .....                                   | 46        |
| 8.2        | Symboly .....                                   | 46        |
| <b>9.</b>  | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                     | <b>48</b> |
| <b>10.</b> | <b>SEZNAM TABULEK .....</b>                     | <b>48</b> |
| <b>11.</b> | <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>                      | <b>48</b> |

## 1. ÚVOD

Bakalářské práce se zaměřuje na posouzení stávajícího stavu koryta a objektů na Ludvíkovickém potoce s číslem hydrologického pořadí 1-14-04-004, a to v intravilánu obce Ludvíkovice v okrese Děčín. Posuzovaný úsek se nachází severně od krajského města Ústí nad Labem na hranici Chráněné krajinné oblasti Labské pískovce a Českého středohoří.

Posuzovaný úsek Ludvíkovického potoka je dlouhý 1,0 km a začíná v ř. km 1,900 a končí ř. km 2,900. Po podrobném prostudování z dostupných materiálů, a zároveň na základě obchůzky přímo v terénu, kde byly pořízeny fotografie, se následně mohlo provést posouzení stavu koryta.

Další část práce se zabývá posouzením stávajícího koryta a objektů na toku. V rámci posuzování byl vytvořen model úseku toku, podle zaměřených příčných profilů, ve výpočetním programu HEC-RAS. Díky programovému vybavení mohlo dojít k posouzení průtočnosti samotného koryta pro jednotlivé N-leté průtoky

Na základě těchto informací a následného posouzení kapacity řešeného úseku na průtok  $Q_{20}$  byla navržena přiměřená dílčí opatření proti povodním, které se v této oblasti v minulých letech objevily.

## 2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

### 2.1 Správní údaje

Zájmové území je část toku Ludvíkovického potoka. Posuzovaný úsek začíná v ř. km 1,900a končí v ř. km 2,900 v katastru obce Ludvíkovice v okrese Děčín, Ústeckém kraji.

- Správa toku: Lesy České republiky, Přemyslova 1106, Hradec Králové, 50168 [11].
- Číslo vodohospodářské mapy: 02 – 23 [16].
- Číslo hydrologického pořadí pozorovaného úseku: 1-14-04-004 [16].



*Obr. 1 Lokalizace řešeného úseku [16].*

### 2.2 Údaje o povodí

Řešený úsek se nachází v intravilánu obce Ludvíkovice. Území je následovně vymezeno – ze západu ohraničeno tokem Labe, nad kterým se vypíná Růžový hřeben, na severu Kámenským vrchem, na východě Popovičským vrchem a na jihu vrchem Sokolím [7]. Prakticky celou zastavěnou částí obce protéká Ludvíkovický potok, který

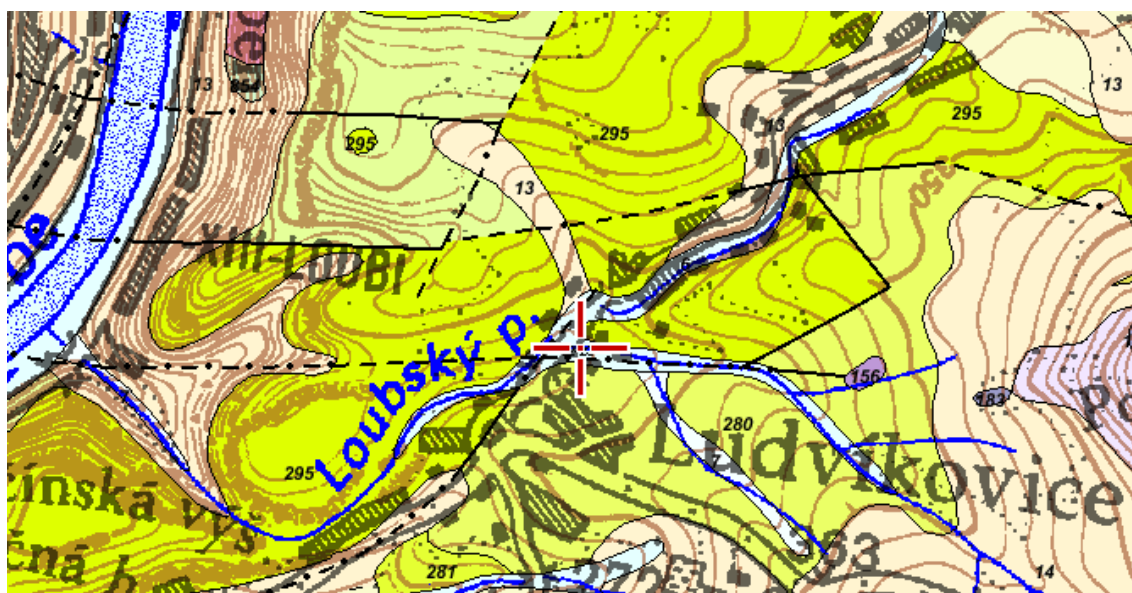
pramení v severovýchodní části Ludvíkovic v nadmořské výšce cca 302m n.m. Teče jihozápadním směrem, délka toku je 6 km s plochou 7,580 km<sup>2</sup>.

V posuzovaném úseku se nachází levostranný přítok v ř. km 2,284, který se jmenuje Loubský. Ludvikovický potok se poté vlévá do řeky Labe, jako jeho pravostranný přítok v části města Děčín - Loubí. Celá obec leží na rozhraní CHKO Labské pískovce a Českého středohoří [7].

## 2.3 Poměry geologické



Posuzované území lze rozdělit na dvě etapy. Starší etapa zahrnuje mladší starohory a starší prvohory a charakterizují ji dva horotvorné procesy. Starší proces, nazývaný kadomské vrásnění a mladší proces nazývaný variské vrásnění. Ve starší etapě vznikly usměrněné žuly a ortoruly atd. Druhou etapou je etapa mladší, která se vyznačuje několika fázemi usazování a vulkanismu, ty vytvořily tzv. platformní pokryv, zakrývající většinu fundamentu (nejstarší usazenina) [8].

Povrch Labských pískovců tvoří převážně kvádrové pískovce.



Obr. 2 Geomorfologické členění [13].

Legenda:

|   |  |
|---|--|
|  | <b>jílovce vápnaté až slínovce s vložkami vápnatých pískovců</b> |
|  | <b>pískovce křemenné, podřízeně štěrčikovité pískovce</b>        |

## 2.4 Poměry hydrogeologické

Chráněná krajinná oblast (dále CHKO) Labské pískovce je významným hydrogeologickým fenoménem, který by se dal charakterizovat jako jedinečný a to nejen v rámci České republiky. Toto území představuje oblast mimořádného významu z hlediska tvorby a oběhu podzemních vod. Křemenné pískovce, které tvoří většinu území, dosahují mnoha set metrových mocností a jsou výborně propustné. Propustnost hornin je přitom dvojího druhu, průlinová prostřednictvím pórů a dutin mezi jednotlivými zrny pískovců, a dále prostřednictvím tektonicky predisponovaného puklinového systému. Celé území je proto vyhlášeno jako Chráněná oblast přirozené akumulace podzemních vod Severočeská křída [9].

Území CHKO Labské pískovce náleží několika různým hydrogeologickým rajónům, které se od sebe odlišují jak horninovým složením, tak stupněm porušení a z toho vyplývajícím druhem propustnosti a schopností vytvořit akumulaci podzemních vod [9].

- hydrologické rajóny:  
463 Děčínský Sněžník  
466 Křída dolní Kamenice a Křinice
- horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika s rajóny:  
613 krystalinikum východních Krušných hor  
641 krystalinikum Krkonoš a Jizerských hor



***Obr. 3** Povrchové vody v CHKO Labské pískovce [9].*

## 2.5 Poměry hydrologické

Ludvíkovický potok náleží z hlediska hydrologického do povodí Labe, úmoří Severního moře [9]. Je to jeden z větších vodotečí řeky Labe, do kterého se vlévá u města Děčín. Potok je v obci rozvětven, v jeho horním toku jsou průtoky v suchém období značně rozkolísané.

Nejbližší hydrologická stanice je ve městě Děčín, části Březiny – Liberda. Data, které jsou k dispozici, jsou značně neúplné a jsou získána z různých materiálů, za nepravidelně dlouhá pozorovací období [5]. Průměrný dlouhodobý roční průtok  $Q_a = 53,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ .

V posledních letech byla obec zasažena mnoha povodněmi. Poslední rozsáhlejší povodeň byla v létě roku 2010, kdy došlo k velkému poškození jak na osobním, tak i obecním majetku.

| N                                | 1 | 2    | 5    | 10 | 20   | 50   | 100  |
|----------------------------------|---|------|------|----|------|------|------|
| $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | 2 | 2.73 | 4.36 | 6  | 8.36 | 12.9 | 18.2 |

**Tab.1.** N-leté průtoky na Ludvíkovickém potoku [5].

## 2.6 Poměry klimatické

Posuzovaný úsek potoka se nachází mezi mírně teplým a mírně vlhkým územím. Průměrná teplota v zimním období je  $-2 - 3^\circ\text{C}$  se sněhovou pokrývkou, která trvá cca 50-60 dnů. Průměrná roční teplota je  $7 - 9^\circ\text{C}$ . Průměrná dlouhodobá roční výška srážek na povodí je 670 mm [9].





*Obr.4 Klimatické poměry v ČR [17].*

## **2.7 Půdní poměry**

V CHKO Labské pískovce, kde se území nachází, má několik základních půdních typů a odvozených substrátů a jiných variant. V okolí obce Ludvíkovice, na zemědělském půdním fondu, jsou zastoupeny svahy z kyselého materiálu a sprašový pokryvy, který je na pískovcích. Na lesním půdním fondu má největší zastoupení podzol arenický [9].

Dalším půdním typem je nejvíce rozšířená hnědozem luvizemní a hnědozem pseudoglejová. Substrát uvedených typů je sprašový pokryva, sprašový pokryv na pískovém nebo čedičovém pokryvu je zde méně častý [9].

## **2.8 Povodně**

Povodně, vyskytující se na rozhraní mezi Ústeckým a Libereckým krajem, jsou v posledních letech hodně intenzivní a zničující. Pro obec Ludvíkovice jsou tyto povodně typické. Jsou zapříčiněny krátkodobými, ale intenzivními dešťovými srážkami. Nadměrné denní srážkové úhrny jsou nejčastěji zaznamenány v letních měsících (červen až srpen) [2].

Při povodních hrají velkou roli geologické a půdní poměry, které zde nejsou příznivé pro vsakování vody do půdy. Nejrozsáhlejší povodně na posuzovaném úseku:

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. září 1823            | Průtrž mračen nad Českosaským Švýcarskem [1].  |
| 21. - 31. července 1897 | Vytrvalé deště s průtržemi mračen [1].   |
| 13. června 1826         | Průtrže mračen, rozsáhlé povodně v okresech Ústí nad Labem, Děčín a Česká Lípa [1].          |
| 8. července 1928        | Bouřka s průtržemi mračen od 15 hod. s přerušováním až do 22 hod. Vznik rozsáhlých škod [1]. |
| 30. června 1932         | Průtrž mračen s krupobitím byla na území Ústí nad Labem, Děčín a Varnsdorf [1].              |
| 27. června 1999         |  |
| 7. srpen 2010           | poslední značná povodeň s ničivými následky.   |

Uvedené povodně odpovídají 50ti až 100leté vodě. Přesná velikost kulminačního průtoku není uvedena v žádných historických podkladech. Posouzení možných opatření proti povodni bude vycházet z povodně, která se odehrála v obci Ludvíkovice dne 7.8.2010.

### **2.8.1 Povodeň 2010**

Dne 7. 8. 2010 byla na posuzovaném území zaznamenána významná povodňová událost, která vyvolala potřebu zhodnocení a posouzení stávajícího stavu koryta Ludvíkovický potoka. Stav nebezpečí byl vyhlášen dne 7. 8. 2010 v 20:00 hod. a konec byl vyhlášen 21. 8. 2010 v 24:00 hod [1].

V tento den došlo k vzestupu hladiny vody v korytě Ludvíkovického potoka vlivem intenzivních dešťových srážek. Vzhledem k předchozímu nasycení území došlo k vylití z břehů a to způsobilo škody na majetku. Jak už bylo uvedeno, jednalo se o náhlou povodeň způsobenou extrémními srážkami [1]. Voda proudila velkou rychlostí, tudíž způsobila rozsáhlé škody především na infrastruktuře (silnice, mostky), ale také v samotném korytě.

## **2.9 Energetické využití toku**

Ludvíkovický potok je řazen do malých toků, z tohoto důvodu zde není žádný objekt k energetickému využití [6].



### **2.9.1 Požadavky na odběr**

Na celém Ludvíkovickém potoce nejsou evidované žádné odběrné objekty. Pitná voda pro obec je zajištěna veřejným vodovodem, do kterého je voda jímána ze dvou pramenišť skládajících se ze soustav podzemních štol. Odběr vody může nastat jen od občanů, např. pro zahrádkářské účely [6].

### **2.9.2 Lesnictví**

Obec Ludvíkovice leží na rozhraní CHKO Labské pískovce a Českého středohoří, proto je zde značná lesnatost území. Lesy mají rozlohu cca 62,6 %. Dle Lesního hospodářství spadají veškeré lesy v okolo obce do kategorie 10 – hospodářský les. Skladba lesů je taková, že nejvíce je zde zastoupena borovice, dub, buk, javor a klen [6].

### **2.9.3 Zemědělství**

V rámci CHKO je omezená zemědělská činnost, tudíž záleží na jednotlivých zónách CHKO. Z celkové výměry zemědělské plochy 13,66 ha připadá na ornou půdu 6,83ha (48,8%), na trvalé travní porosty 6,44 ha (46,0%) a na zahrádky 0,72 ha (5,2%) [6].

V horní části obce nad vtokem Ludvíkovického potoka do zastavěné části obce, se nachází objekt zemědělské prvovýroby s označením "jezdecký park".

### **2.9.4 Průmysl**

V obci ani v blízkém okolí se nenachází žádný průmysl, pouze drobní podnikatele.

### **2.9.5 Rekreační využití**

Obec leží ve velmi atraktivním přírodním prostoru. V obci se nachází jedna rekreační lokalita, jinak je zde po celé obci individuální rekreace v chalupách. V okolí obce se nachází dvě cyklostezky, jedna ve směru na Hřensko, druhá směrem na obce Bynovec a Kámen [6].

### **2.9.6 CHKO Labské Pískovce a České Středohoří**

Obec Ludvíkovice leží na rozhraní CHKO Labské pískovce a Českého Středohoří. Leží v zóně II. CHKO a zaujímá nejcennější partie strání západní expozice nad tokem Labe s příčnými roklemi a přilehlé části náhorní plošiny. Dále leží v zóně III. CHKO a zaujímá urbanizovaných částí místních sídel, luk a pastvin a území ostatních vymezených zón. V zóně IV. CHKO zaujímá zastavěnou a urbanizovanou část obce a přilehlé trvalé travní porosty [6].

V celé oblasti se nachází různé druhy hub a rostlin jako např. třezalka pěkná, mochna anglická aj. nebo rašeliniště, na kterých můžeme najít např. borůvku bažinnou, klikvu bahenní aj [6].

Vzhledem k tomu, že území je dáno velkým zalesněním a zachováním vodních toků, žije zde velké množství živočichů jako jsou plazi, ptáci, savci, obojživelníci ryby, mihulovci, vážky a tesaříci [6].

### 3. TECHNICKÁ ZPRÁVA

#### 3.1 *Popis stávajícího stavu*

Ludvíkovický potok protéká prakticky celou obcí Ludvíkovice. Řešený úsek začíná na začátku obce, kdy prakticky opouští Ludvíkovice a to v ř.km 1,900 a končí v ř.km 2,871 což odpovídá střední části obce. V řešeném úseku Ludvíkovický potok několikrát křížuje silnici I/13. K prvnímu křížení dochází v ř. km 2,068 ,kde z pravé strany, v proti směru proudění toku, přechází na levou, zde je křížení řešeno silničním mostem. Dále pak ke křížení dochází v ř. km 2,137, kde opět přechází z levé strany, v proti směru proudění toku, na pravou a křížení je také řešeno pomocí silničního mostu. Další most přes Ludvíkovický potok je v ř. km 2,315. V ř. km 2,367 dochází k zatrubnění toku v celkové délce 397 m, které křížuje opět silnici a pak se dostává na levou stranu, zde kopíruje směr silnice. K dalšímu křížení dochází v ř. km 2,000 a v ř. km 2,876. Na toku se také nachází řada lávek, které budou popsány v odstavci 3.1.2. “Objekty na toku,.. V ř. km 2,284 se vlévá do Ludvíkovského potoka levostranný přítok, tj. Loubský potok.

Ludvíkovický potok se nachází v úzkém údolí, proto se jedná o tok velmi úzký s velkými rychlostmi proudění. Dílčí sklony se pohybují od 21,17 ‰ do 33,35 ‰ viz Příloha č.2 „Přehledný podélný profil“.

##### 3.1.1 **Popis koryta toku**

Ř. km 1,900 - 2,068; ř.km 2,094 – 2,160; ř. km 2,281 – 2,897 – tvar příčných profilů je skoro v celém úseku obdélníkový, na dně se vyskytují kameny různé velikosti a tvarů, opěrné zdi jsou z kamenných kvádrů, doprovodná břehová vegetace je tvořena travním porostem, keři a stromy.



**Obr.5** Pohled na lávku L2 v ř. km 1.959

Ř. km 2,068 – 2,070 – zde se tvar koryta přeměnil do mírně lichoběžníkového tvaru, na dně se vyskytují kameny různých velikosti a tvarů a opěrné zdi jsou z kamenných kvádrů. Doprovodná břehovou vegetace je opět tvořena travním porostem a keři.

Ř. km 2,161 – 2,250 – se tvar koryta mění a to tak, že levá strana opěrné zdi v proti směru proudění je šikmá a druhá strana opěrné zdi je kolmá (také lichoběžníkový tvar). Do ř.km 2,170 se v kolmé zdi k kamenných kvádrů objevují obestavěné vzrostlé stromy. Druhá strana opěrné zdi je z kamenných kvádrů a svah je tvořen travním porostem a pohozenými kameny. Dno je stále tvořeno kameny o různých velikosti a tvarů.



**Obr.6** Pohled opěrnou zeď se stromy ř.km 2,159

Ř. km 2,146 – 2,160; ř. km 2,216 – 2,281; ř. km 2,367 – 2,764; ř. km 2,834 – 2,852 – všechna zatrubnění v posuzovaném úseku jsou složeny z prefabrikovaných dílců, které tvoří obdélníkový tvar. Liší se pouze svojí délkou. Podrobnější popis zatrubnění části toku je uvedeno v kapitole 3.1.2 "Objekty na toku".

### 3.1.2 Objekty na toku

km 1,928 – mostek M1

- mostek slouží pro místní obyvatelé nebo pro cyklisty. Použitý materiál je víceméně dřevo položené na ocelových nosnících. Šířka mostku je 3,51 m a tl. mostovky je 0,170 m.

km 1,945 – mostek M2

- mostek slouží pro obyvatele domu, který se nachází v blízkosti koryta. Mostek slouží jak pro pěší, tak i pro přejezd aut. Má železobetonovou mostovku tl. 0,200 m podepřenou ocelovými nosníky. Šířka mostovky je 2,36 m. Zábradlí je železné.

km 1,960 – mostek M3

- mostek slouží pro obyvatele domu, který se nachází v blízkosti koryta. Mostek slouží pro pěší

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
|                                  | i pro přejezd aut. Mostek má železobetonovou mostovku tl. 0,300 m opět podepřenou ocelovými nosníky. Šířka mostku je 3,19 m. Zábradlí je železné.   |
| km 1,963 – mostek M4             | - mostek také slouží pro obyvatele domu, kde je to jediná přístupová cesta k jejich majetku. Mostek slouží pro pěší i pro přejezd aut a jejich stání. Mostek má železobetonovou mostovku tl. 0,300 m podepřenou ocelovými nosníky. Šířka mostku je 7,2 m. Zábradlí je vyrobeno z dřevěného materiálu. |
| km 2,020 – 2,021 – stupeň ve dně | - v tomto úseku se nacházejí 2 malé stupně ve dně z kamenného materiálu a jejich výška je 0,150 m.  |
| km 2,044 – stupeň ve dně         | - stupeň ve dně je z kamene a výška je 0,400 m.   |
| km 2,0595 – potrubí              | - potrubí sloužící jako kanalizační je umístěno v ocelové chráničce, která je z kovového materiálu. Šířka chráničky je 0,490 m a tl. je 0,500 m. Potrubí je opatřeno zábranami pro možné zneužití, např. přechod po potrubí.  |
| km 2,137 – silniční most M5      | - na mostě vede silnice I/13. Most slouží hlavně pro silniční provoz, jsou zde chodníky pro pěší, každý na jedné straně. Most je chráněn ocelovým zábradlím. Je ze železobetonu s šířkou 9,980 m a tl. mostovky je 0,900 m.   |
| km 2,0959 – stupeň ve dně        | - tento stupeň je velmi malý. Je z kamene a výška je cca 0,100 m.   |
| km 2,0961 – lávka L6             | - lávka se nachází na soukromém pozemku a slouží pouze pro účel majitele pozemku. Je ze železobetonové desky šířky 1,200 m a tl. 0,100m.  |
| km 2,1201 – lávka L7             | - lávka se nachází na soukromém pozemku a slouží pouze pro účel majitele pozemku. Je ze železobetonové desky šířky 1,200 m a tl. 0,100 m a je opatřena zábradlím z dřevěného materiálu.   |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| km 2,137 – silniční most M8 | - na mostě vede silnice I/13. Most slouží k silničnímu provozu, je zde i chodník na pravé straně směrem k městu Děčín. Most je chráněn ocelovým zábradlím. Je ze železobetonu se šířkou 8,350 m a tl. mostovky je 0,900 m.  |
| km 2,145 – potrubí          | - potrubí slouží pro vedení plynu, je vedeno přes tok v chrániče z kovového materiálu. Široké je 0,500 m a tl. je 1,000 m. Potrubí je opatřeno zábranami proti možnému zneužití, např. přechod po potrubí.  |
| km 2,147 – zatrubnění Z1    | - zatrubnění je složeno z prefabrikovaných dílců, které tvoří obdélníkový profil. Délka zatrubnění je 12 m. Obdélníkový tvar má rozměry 2,0 m na šířku a 1,5 m na výšku. Drsnost materiálu byla určena $n = 0,017$ [3]. Toto zatrubnění je využito jako místní příjezdová cesta k soukromému pozemku. Povrch je opatřen asfaltem. |
| km 2,250 – zatrubnění Z2    | - zatrubnění je složeno z prefabrikovaných dílců, které tvoří obdélníkový tvar. Délka zatrubnění je 64 m. Obdélníkový tvar má rozměry 2,3 m na šířku a 2,0 m na výšku. Drsnost materiálu byla stanovena $n = 0,017$ [3]. Toto zatrubnění je nachází na soukromém pozemku.   |
| km 2,3095 – stupeň ve dně   | - stupeň ve dně je z kamene a výška je 0,650 m  |
| km 2,315 – mostek M9        | - mostek vede na soukromý pozemek a slouží jak pro pěší tak pro přejezd aut. Mostovka je ze železobetonové desky šířky 3,2 m a tl. 0,200 m a je podepřena ocelovými nosníky. Mostek je opatřen ocelovým zábradlím.  |
| km 2,3655 – potrubí         | - potrubí slouží pro plyn, je vedeno přes tok v chrániče z kovového materiálu. Široké je 0,490 m a tl. je 0.500 m. Potrubí je opatřeno  |

|                          |  |
|--------------------------|--|
|                          | <p>zábranami pro možné zneužití např. přechod po potrubí.</p>  |
| km 2,366 – stupeň ve dně | - stupeň ve dně je z kamene a výška je 0,600 m.  |
| km 2,631 – zatrubnění Z3 | - zatrubnění je složeno z prefabrikovaných dílců, které tvoří obdélníkový tvar. Délka zatrubnění je 369 m. Obdélníkový tvar má rozměry 2,0 m na šířku a 1,5 m na výšku. Drsnost materiálu byla určena $n = 0,017$ [3]. Toto zatrubnění, jelikož je velmi dlouhé, křížuje silnici I/13 a poté vede podél této silnice přes několik soukromých pozemků.              |
| km 2,803 – mostek M10    | - mostek je na soukromém pozemku a slouží k soukromým účelům majitelé pozemku č.p. 556/1 [15]. Mostovka je ze železobetonové desky šířky 4,400 m a tl. 0,300 m.  |
| km 2,820 – lávka L11     | - lávka se nachází na soukromém pozemku a slouží pouze pro účely majitele pozemku č.p. 556/1 [15]. Lávka je ze železobetonové desky šířky 2,400 m a tl. 0,100 m.   |
| km 2,835 – zatrubnění Z4 | - zatrubnění je složeno z prefabrikovaných dílců, které tvoří obdélníkový tvar. Délka zatrubnění je 18 m. Obdélníkový tvar má rozměry 2,0 m na šířku a 1,5 m na výšku. Drsnost materiálu byla určena $n = 0,017$ [3]. Toto zatrubnění se nachází na soukromém pozemků. Povrch zatrubnění je osazeno travním porostem a začleněn do soukromé zahrady č.p. 240 [15]. |
| km 2,860 – lávka L13     | - tato lávka není využívána, není na ní možný přístup ani ze silnice, ani ze soukromého pozemku. Lávka je ze železobetonové desky šířky 1,800 m a tl. 0,300 m.   |
| km 2,876 – mostek M14    | - mostek slouží jako přístupová cesta na soukromý pozemek. Slouží jak pro pěší, tak i pro  |



přejezd autem. Mostovka je ze železobetonové desky šířky 3,700 m a tl. 0,300 m a je opatřena ocelovým zábradlím.

### **3.2 Příčiny povodňové situace 7.8.2010**

V posuzovaném úseku se dne 7.8.2010 vyskytla významná povodňová událost, kvůli které je potřeba znovu zhodnotit a posoudit stávající stav koryta Ludvíkovického potoka. V tento den se hladina potoka extrémně zvýšila, a to z důvodu intenzivních dešťových srážek na posuzovaném území. Jelikož už došlo k nasycení koryta díky předchozím srážkám, koryto nebylo schopno pojmout povodňový průtok, z tohoto důvodu došlo k vylití vody z břehů a to způsobilo škody na majetku. Jednalo se o bleskovou povodeň způsobenou již zmíněnými intenzivními dešťovými srážkami. Voda proudila korytem velkou rychlostí, která způsobila rozsáhlé škody hlavně na infrastruktuře (silnice, mostky) a v samotném korytě. Stav nebezpečí byl vyhlášen dne 7.8.2010 v 20:00 hod. a konec byl vyhlášen 21.8.2010 v 24:00 hod [2].

Z uvedeného důvodu je třeba provést posouzení stavu toku.

## 4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

### 4.1 Metoda výpočtu – program HEC-RAS 3.1.3

Na posouzení řešeného úseku Ludvíkovického potoka v obci Ludvíkovice byl použit výpočetní program HEC-RAS 3.1.3.

Tento program byl vyvinut v USA Ministerstvem obrany a na jejích stránkách je volně ke stažení – [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil) [12].

Průtoky v řešeném úseku Ludvíkovického potoka byly vypočteny pomocí jednorozměrného (dále 1D) modelu proudění. Program je určen pro proudění v přirozených korytech a v korytech upravených. 1D model je řešen „metodou po úsecích“, která vychází z energetického řešení proudění (Bernoulliho rovnice) a ze zákona o zachování mechanické energie [3].

V 1D modelu je zapotřebí nahlížet na veličiny jen orientačně i když výsledky jsou dostačující. Pro získání přesnějších informací je nutné použít vícerozměrný model [3]. Výpočtem se stanoví rychlost, hloubka a průtok v průtočném profilu.

Do programu je nejdříve vloženo říční koryto, příčné profily a objekty na toku (stupně, mosty, atd.). Následně je vybrán typ proudění, ať už ustálené či neustálené a v neposlední řadě jsou zadány okrajové podmínky. Po zadání výše uvedených parametrů je možno spustit výpočet.

#### 4.1.1 Metoda po úsecích – postup výpočtu

Vybraná část koryta se rozdělí na úseky o délkách  $\Delta L_j$ . V jednotlivých úsecích předpokládáme, že se průtočné profily  $A_j$  a rychlosti  $v_i$  mění spojitě z hodnoty v horním profilu na hodnoty  $A_{i+1}$ ,  $v_{i+1}$  v profilu dolním. Průměrný podélný sklon koryta daného úseku je  $i_{0j}$  a celková ztráta energie úseku  $h_{zj}$ . Vzhledem ke srovnávací rovině proložené dnem dolního profilu (ve směru proudění) bude Bernoulliho rovnice pro všechna proudová vlákna profilů  $i$  a  $i+1$  (Obr 9) [3] ve tvaru:

$$i_{0j}\Delta L_j + h_i + \frac{\alpha v_i^2}{2g} = h_{i+1} + \frac{\alpha v_{i+1}^2}{2g} + h_{zj}, \quad (3.1)$$

rozdíl hladin je označeno  $\Delta h_j$  :

$$\Delta h_j = j_{0j} \Delta L_j + h_i - h_{i+1}. \quad (3.2)$$

po úpravě :

$$\Delta h_j = \frac{\alpha(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2g} + h_{zj}, \quad (3.3)$$

kde:

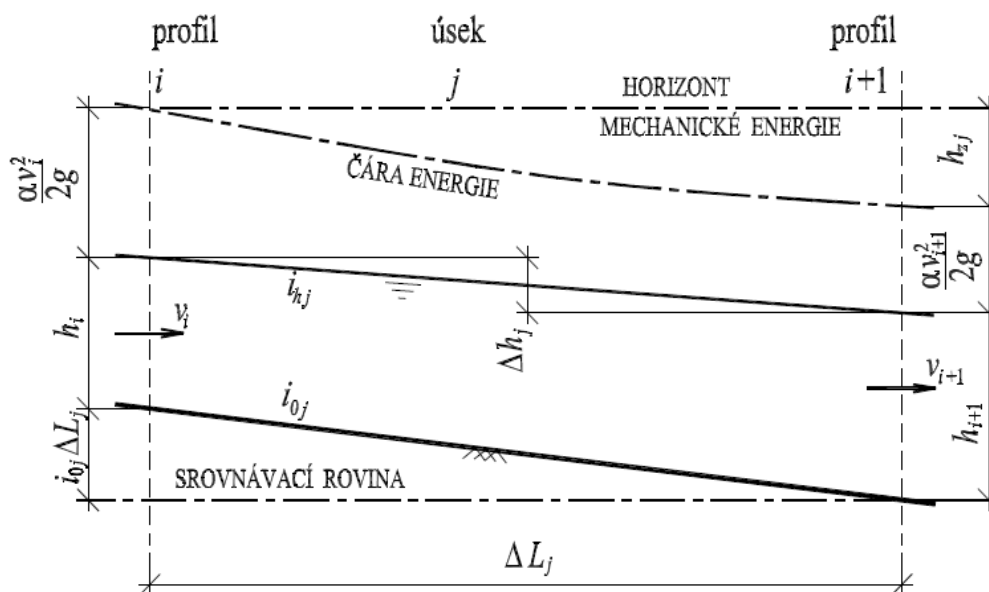
$\alpha$  - Coriolosivo číslo, které předpokládáme stejné ve všech úsecích,

$g$  - tíhové zrychlení,

$v_{i+1}, v_i$  - rychlost v příslušných profilech,

$h_{zj}$  - součet ztrát třením a součet ztrát místních na daném úseku,

$\Delta h_j$  - rozdíl hladin na úseku j.



**Obr.9** Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [3].

## 4.2 Popis modelu – Ludvíkovický potok

Posuzovaný úsek měří 1,000 km a je vymezen ř. km 1,900 – 2,900. Úsek je charakterizován 46 zaměřenými příčnými profilem a 20 zaměřenými objekty na toku. Na toku se také nachází několik stupňů ve dně, které byly zahrnuty do 1D výpočtu.

| objekty na toku | počet<br>[ ks ] |
|-----------------|-----------------|
| most            | 9               |
| lávka           | 4               |
| zatrubnění      | 4               |
| stupeň ve dně   | 6               |
| potrubí         | 3               |

**Tab.2.** Seznam počtu objektů na toku

Posuzovaný úsek není příliš rozmanitý. Dno koryta je z větší části vyskládané z kamene různých tvarů a velikostí. Opěrné zdi jsou tvořeny z kamenných kvádrů. Některé svahy jsou osázeny keřovým porostem. Na zatrubnění byl použit hrubý prefabrikovaný beton. Použité drsnosti jsou převzaty dle [3].

| druh materiálu                                     | n     |
|--|-------|
| kamení dno   | 0,035 |
| kamenné kvádry s vylitím<br>spár cementovou maltou | 0,025 |
| beton  | 0,017 |
| slabý keřový porost                                | 0,050 |
| hrubý beton  | 0,020 |

**Tab.3.** Hodnoty drsností

Do 1D výpočtového programu HEC-RAS pro posouzení je třeba zadat okrajové podmínky. Program umožňuje výběr z několika okrajových podmínek podle možností. Na posuzovaný tok byla použita dolní okrajová podmínka *Normal Depth*, která je definována „Na základě zadání sklonu a bude vypočtena za předpokladu rovnoměrného proudění měrná křivka profilu.“[4]. Horní okrajová podmínka byla zadávána N-létými průtoky  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ , které byly naměřeny v profilu ř. km 6,270. Tyto hodnoty byly poskytnuty od ČHMÚ, s pobočkou v Ústí nad Labem.

### 4.3 Výsledky z programu HEC-RAS

| Úroveň hladiny v jednotlivých profilech pro<br>průtoky $Q_5$ ; $Q_{20}$ ; $Q_{50}$ ; $Q_{100}$ |           |                                    |                          |                            |                             |                              |                                    |
|--|-----------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| STANIČENÍ  | Q řada    | průtok Q<br>[ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] | výška dna<br>$H_d$ [ m ] | výška hlad.<br>$H_h$ [ m ] | levý břeh<br>$H_{lb}$ [ m ] | pravý břeh<br>$H_{pb}$ [ m ] | rychlost<br>v [ $m \cdot s^{-1}$ ] |
| 2,897  | $Q_5$     | 4,36                               | 291,54                   | 292,40                     | 296,00                      | 294,10                       | 1,88                               |
|  | $Q_{20}$  | 8,36                               | 291,54                   | 293,26                     | 296,00                      | 294,10                       | 1,94                               |
|  | $Q_{50}$  | 12,90                              | 291,54                   | 293,91                     | 296,00                      | 294,10                       | 2,15                               |
|  | $Q_{100}$ | 18,20                              | 291,54                   | 294,30                     | 296,00                      | 294,10                       | 1,66                               |
| 2,881  | $Q_5$     | 4,36                               | 291,18                   | 292,44                     | 293,70                      | 294,00                       | 1,38                               |
|  | $Q_{20}$  | 8,36                               | 291,18                   | 293,24                     | 293,70                      | 294,00                       | 1,62                               |
|  | $Q_{50}$  | 12,90                              | 291,18                   | 293,90                     | 293,70                      | 294,00                       | 1,17                               |
|  | $Q_{100}$ | 18,20                              | 291,18                   | 294,29                     | 293,70                      | 294,00                       | 0,97                               |
| 2,880  | $Q_5$     | 4,36                               | 291,16                   | 292,40                     | 293,75                      | 293,65                       | 1,59                               |
|  | $Q_{20}$  | 8,36                               | 291,16                   | 293,19                     | 293,75                      | 293,65                       | 1,87                               |
|  | $Q_{50}$  | 12,90                              | 291,16                   | 293,90                     | 293,75                      | 293,65                       | 1,09                               |
|  | $Q_{100}$ | 18,20                              | 291,16                   | 294,29                     | 293,75                      | 293,65                       | 0,93                               |
| 2,875  | $Q_5$     | 4,36                               | 291,10                   | 292,38                     | 293,70                      | 293,60                       | 1.55                               |
|  | $Q_{20}$  | 8,36                               | 291,10                   | 293,16                     | 293,70                      | 293,60                       | 1.84                               |
|  | $Q_{50}$  | 12,90                              | 291,10                   | 293,64                     | 293,70                      | 293,60                       | 1.68                               |
|  | $Q_{100}$ | 18,20                              | 291,10                   | 293,81                     | 293,70                      | 293,60                       | 1.67                               |
| 2,862  | $Q_5$     | 4,36                               | 290,95                   | 292,34                     | 295,04                      | 293,54                       | 1,42                               |
|  | $Q_{20}$  | 8,36                               | 290,95                   | 293,12                     | 295,04                      | 293,54                       | 1,69                               |
|  | $Q_{50}$  | 12,90                              | 290,95                   | 293,56                     | 295,04                      | 293,54                       | 1,48                               |
|  | $Q_{100}$ | 18,20                              | 290,95                   | 293,72                     | 295,04                      | 293,54                       | 1,63                               |
| 2,859  | $Q_5$     | 4,36                               | 290,92                   | 292,32                     | 295,00                      | 293,50                       | 1,41                               |
|  | $Q_{20}$  | 8,36                               | 290,92                   | 292,96                     | 295,00                      | 293,50                       | 1,86                               |
|  | $Q_{50}$  | 12,90                              | 290,92                   | 293,28                     | 295,00                      | 293,50                       | 2,17                               |
|  | $Q_{100}$ | 18,20                              | 290,92                   | 293,28                     | 295,00                      | 293,50                       | 3,07                               |

| STANIČENÍ | Q řada           | průtok Q<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška dna<br>H <sub>d</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>h</sub> [ m ] | levý břeh<br>H <sub>lb</sub> [ m ] | pravý břeh<br>H <sub>pb</sub> [ m ] | rychlost<br>v [m·s <sup>-1</sup> ] |
|-----------|------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2,852     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 290,83                            | 292,31                              | 294,05                             | 293,55                              | 1,34                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 290,83                            | 292,93                              | 294,05                             | 293,55                              | 1,72                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 290,83                            | 293,33                              | 294,05                             | 293,55                              | 1,40                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 290,83                            | 293,45                              | 294,05                             | 293,55                              | 1,67                               |
| 2,834     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 290,44                            | 291,35                              | 294,00                             | 293,50                              | 3,00                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 290,44                            | 291,84                              | 294,00                             | 293,50                              | 3,73                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 290,44                            | 292,31                              | 294,00                             | 293,50                              | 4,31                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 290,44                            | 292,95                              | 294,00                             | 293,50                              | 2,48                               |
| 2,823     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 290,09                            | 290,92                              | 293,52                             | 292,72                              | 2,38                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 290,09                            | 291,37                              | 293,52                             | 292,72                              | 2,96                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 290,09                            | 292,45                              | 293,52                             | 292,72                              | 1,780                              |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 290,09                            | 292,66                              | 293,52                             | 292,72                              | 1,84                               |
| 2,819     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 290,02                            | 290,75                              | 293,47                             | 292,67                              | 2,70                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 290,02                            | 291,18                              | 293,47                             | 292,67                              | 3,28                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 290,02                            | 292,09                              | 293,47                             | 292,67                              | 2,64                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 290,02                            | 292,35                              | 293,47                             | 292,67                              | 2,66                               |
| 2,808     | Q <sub>5</sub>   | 4,360  | 289,66                            | 290,48                              | 293,05                             | 292,25                              | 2,41                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,360  | 289,66                            | 291,19                              | 293,05                             | 292,25                              | 2,48                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,900   | 289,66                            | 292,21                              | 293,05                             | 292,25                              | 1,10                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,200   | 289,66                            | 292,30                              | 293,05                             | 292,25                              | 1,38                               |
| 2,802     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 289,55                            | 290,29                              | 293,00                             | 292,20                              | 2,68                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 289,55                            | 291,13                              | 293,00                             | 292,20                              | 2,41                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 289,55                            | 291,72                              | 293,00                             | 292,20                              | 2,11                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 289,55                            | 291,86                              | 293,00                             | 292,20                              | 2,37                               |
| 2,764     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 288,48                            | 289,80                              | 292,00                             | 291,00                              | 2,20                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 288,48                            | 290,52                              | 292,00                             | 291,00                              | 2,72                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 288,48                            | 290,43                              | 292,00                             | 291,00                              | 4,40                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 288,48                            | 291,32                              | 292,00                             | 291,00                              | 1,51                               |

| STANIČENÍ | Q řada           | průtok Q [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška dna H <sub>d</sub> [ m ] | výška hlad. H <sub>h</sub> [ m ] | levý břeh H <sub>lb</sub> [ m ] | pravý břeh H <sub>pb</sub> [ m ] | rychlost v [m·s <sup>-1</sup> ] |
|-----------|------------------|---|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 2,852     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 290,83                         | 292,31                           | 294,05                          | 293,55                           | 1,34                            |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 290,83                         | 292,93                           | 294,05                          | 293,55                           | 1,72                            |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90                                       | 290,83                         | 293,33                           | 294,05                          | 293,55                           | 1,40                            |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20                                       | 290,83                         | 293,45                           | 294,05                          | 293,55                           | 1,67                            |
| 2,834     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 290,44                         | 291,35                           | 294,00                          | 293,50                           | 3,00                            |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 290,40                         | 291,84                           | 294,00                          | 293,50                           | 3,73                            |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90                                       | 290,44                         | 292,31                           | 294,00                          | 293,50                           | 4,31                            |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20                                       | 290,40                         | 292,95                           | 294,00                          | 293,50                           | 2,40                            |
| 2,823     | Q <sub>5</sub>   | 4,360                                       | 290,090                        | 290,920                          | 293,520                         | 292,720                          | 2,380                           |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,360                                       | 290,090                        | 291,370                          | 293,520                         | 292,720                          | 2,960                           |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,900                                      | 290,090                        | 292,450                          | 293,520                         | 292,720                          | 1,780                           |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,200                                      | 290,090                        | 292,660                          | 293,520                         | 292,720                          | 1,840                           |
| 2,819     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 290,02                         | 290,75                           | 293,47                          | 292,67                           | 2,70                            |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 290,02                         | 291,18                           | 293,47                          | 292,67                           | 3,28                            |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90                                       | 290,02                         | 292,09                           | 293,47                          | 292,67                           | 2,64                            |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20                                       | 290,02                         | 292,35                           | 293,47                          | 292,67                           | 2,66                            |
| 2.808     | Q <sub>5</sub>   | 4,360                                       | 289,660                        | 290,480                          | 293,050                         | 292,250                          | 2,410                           |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,360                                       | 289,660                        | 291,190                          | 293,050                         | 292,250                          | 2,480                           |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,900                                      | 289,660                        | 292,210                          | 293,050                         | 292,250                          | 1,100                           |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,200                                      | 289,660                        | 292,300                          | 293,050                         | 292,250                          | 1,380                           |
| 2.802     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 289,55                         | 290,29                           | 293,00                          | 292,20                           | 2,68                            |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 289,55                         | 291,13                           | 293,00                          | 292,20                           | 2,41                            |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90                                       | 289,55                         | 291,72                           | 293,00                          | 292,20                           | 2,11                            |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20                                       | 289,55                         | 291,86                           | 293,00                          | 292,20                           | 2,37                            |
| 2.764     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 288,48                         | 289,80                           | 292,00                          | 291,00                           | 2,20                            |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 288,48                         | 290,52                           | 292,00                          | 291,00                           | 2,72                            |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90                                       | 288,48                         | 290,43                           | 292,00                          | 291,00                           | 4,40                            |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20                                       | 288,48                         | 291,32                           | 292,00                          | 291,00                           | 1,51                            |

| STANIČENÍ | Q řada           | průtok Q<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška dna<br>H <sub>d</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>h</sub> [ m ] | levý břeh<br>H <sub>lb</sub> [ m ] | pravý břeh<br>H <sub>pb</sub> [ m ] | rychlost<br>v [m·s <sup>-1</sup> ] |
|-----------|------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2,367     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 279,39                            | 280,12                              | 282,00                             | 282,00                              | 2,70                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 279,39                            | 280,52                              | 282,00                             | 282,00                              | 3,35                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 279,39                            | 281,31                              | 282,00                             | 282,00                              | 3,05                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 279,39                            | 281,30                              | 282,00                             | 282,00                              | 4,32                               |
| 2,366     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 278,79                            | 279,65                              | 281,60                             | 282,00                              | 2,31                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 278,79                            | 280,17                              | 281,60                             | 282,00                              | 2,76                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 278,79                            | 281,51                              | 281,60                             | 282,00                              | 1,88                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 278,79                            | 281,87                              | 281,60                             | 282,00                              | 1,48                               |
| 2,365     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 278,79                            | 279,53                              | 281,60                             | 282,00                              | 2,69                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 278,79                            | 279,93                              | 281,60                             | 282,00                              | 3,35                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 278,79                            | 280,31                              | 281,60                             | 282,00                              | 3,87                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 278,79                            | 280,70                              | 281,60                             | 282,00                              | 4,34                               |
| 2,319     | Q <sub>5</sub>   | 4,360  | 277,180                           | 277,980                             | 282,030                            | 279,320                             | 2,340                              |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,360  | 277,180                           | 278,420                             | 282,030                            | 279,320                             | 2,900                              |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,900   | 277,180                           | 278,850                             | 282,030                            | 279,320                             | 3,340                              |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,200   | 277,180                           | 279,980                             | 282,030                            | 279,320                             | 1,140                              |
| 2,314     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 277,09                            | 277,80                              | 282,00                             | 279,29                              | 2,65                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 277,09                            | 278,18                              | 282,00                             | 279,29                              | 3,29                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 277,09                            | 278,55                              | 282,00                             | 279,29                              | 3,80                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 277,09                            | 278,91                              | 282,00                             | 279,29                              | 4,31                               |
| 2,311     | Q <sub>5</sub>   | 4,360  | 277.000                           | 277.710                             | 283.000                            | 279.200                             | 2.650                              |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,360  | 277.000                           | 278.090                             | 283.000                            | 279.200                             | 3.290                              |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,900   | 277.000                           | 278.460                             | 283.000                            | 279.200                             | 3.800                              |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,200   | 277.000                           | 278.830                             | 283.000                            | 279.200                             | 4.280                              |
| 2,308     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 276,35                            | 277,06                              | 283,00                             | 279,20                              | 2,65                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 276,35                            | 277,45                              | 283,00                             | 279,20                              | 3,29                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 276,35                            | 277,81                              | 283,00                             | 279,20                              | 3,80                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 276,35                            | 278,19                              | 283,00                             | 279,20                              | 4,26                               |



| STANIČENÍ | Q řada           | průtok Q<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška dna<br>H <sub>d</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>h</sub> [ m ] | levý břeh<br>H <sub>lb</sub> [ m ] | pravý břeh<br>H <sub>pb</sub> [ m ] | rychlost<br>v [m·s <sup>-1</sup> ] |
|-----------|------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2,284     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 275,43                            | 276,49                              | 278,3                              | 277,90                              | 1,64                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 275,43                            | 277,15                              | 278,30                             | 277,90                              | 1,95                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 275,43                            | 277,88                              | 278,30                             | 277,90                              | 1,80                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 275,43                            | 278,41                              | 278,30                             | 277,90                              | 1,09                               |
| 2,281     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 275,31                            | 276,40                              | 278,30                             | 277,90                              | 1,99                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 275,31                            | 277,00                              | 278,30                             | 277,90                              | 2,47                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 275,31                            | 277,57                              | 278,30                             | 277,90                              | 2,84                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 275,31                            | 277,34                              | 278,30                             | 277,90                              | 4,47                               |
| 2,216     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 273,22                            | 273,85                              | 277,10                             | 275,30                              | 2,30                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 273,22                            | 274,16                              | 277,10                             | 275,30                              | 2,73                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 273,22                            | 274,43                              | 277,10                             | 275,30                              | 3,04                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 273,22                            | 274,70                              | 277,10                             | 275,30                              | 3,31                               |
| 2,161     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 271,36                            | 272,83                              | 274,26                             | 274,26                              | 1,04                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 271,36                            | 273,53                              | 274,26                             | 274,26                              | 1,21                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 271,36                            | 274,13                              | 274,26                             | 274,26                              | 1,31                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 271,36                            | 273,69                              | 274,26                             | 274,26                              | 2,38                               |
| 2,160     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 271,31                            | 272,66                              | 273,50                             | 273,50                              | 2,01                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 271,31                            | 273,17                              | 273,50                             | 273,50                              | 2,81                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 271,31                            | 273,18                              | 273,50                             | 273,50                              | 4,32                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 271,31                            | 273,79                              | 273,50                             | 273,50                              | 1,69                               |
| 2,146     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 270,70                            | 272,49                              | 273,10                             | 273,10                              | 1,52                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 270,70                            | 273,23                              | 273,10                             | 273,10                              | 1,05                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 270,70                            | 273,33                              | 273,10                             | 273,10                              | 1,30                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 270,70                            | 273,44                              | 273,10                             | 273,10                              | 1,49                               |
| 2,144     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 270,63                            | 271,43                              | 273,70                             | 273,50                              | 1,48                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 270,63                            | 271,87                              | 273,70                             | 273,50                              | 1,82                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 270,63                            | 272,44                              | 273,70                             | 273,50                              | 1,93                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 270,63                            | 273,08                              | 273,70                             | 273,50                              | 2,00                               |

| STANIČENÍ | Q řada           | průtok Q<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška dna<br>H <sub>d</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>h</sub> [ m ] | levý břeh<br>H <sub>lb</sub> [ m ] | pravý břeh<br>H <sub>pb</sub> [ m ] | rychlost<br>v [m·s <sup>-1</sup> ] |
|-----------|------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2,134     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 270,50                            | 271,04                              | 273,65                             | 273,45                              | 2,32                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 270,50                            | 271,68                              | 273,65                             | 273,45                              | 2,05                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 270,50                            | 272,24                              | 273,65                             | 273,45                              | 2,14                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 270,50                            | 272,79                              | 273,65                             | 273,45                              | 2,30                               |
| 2,121     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 270,08                            | 270,85                              | 272,38                             | 272,38                              | 2,56                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 270,08                            | 271,28                              | 272,38                             | 272,38                              | 3,10                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 270,08                            | 271,68                              | 272,38                             | 272,38                              | 3,60                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 270,08                            | 272,89                              | 272,38                             | 272,38                              | 1,08                               |
| 2,118     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 269,99                            | 270,72                              | 272,35                             | 272,35                              | 2,70                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 269,99                            | 271,12                              | 272,35                             | 272,35                              | 3,35                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 269,99                            | 271,50                              | 272,35                             | 272,35                              | 3,87                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 269,99                            | 271,89                              | 272,35                             | 272,35                              | 434                                |
| 2,097     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 269,22                            | 270,00                              | 271,52                             | 271,52                              | 2,53                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 269,22                            | 270,47                              | 271,52                             | 271,52                              | 3,05                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 269,22                            | 270,94                              | 271,52                             | 271,52                              | 3,42                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 269,22                            | 272,05                              | 271,52                             | 271,52                              | 1,06                               |
| 2,094     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 269,14                            | 269,88                              | 271,50                             | 271,50                              | 2,69                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 269,14                            | 270,28                              | 271,50                             | 271,50                              | 3,35                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 269,14                            | 270,81                              | 271,50                             | 271,50                              | 3,52                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 269,14                            | 271,05                              | 271,50                             | 271,50                              | 4,34                               |
| 2,070     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 268,13                            | 269,38                              | 270,70                             | 270,70                              | 1,69                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 268,13                            | 270,09                              | 270,70                             | 270,70                              | 1,99                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 268,13                            | 270,90                              | 270,70                             | 270,70                              | 1,18                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 268,13                            | 270,32                              | 270,70                             | 270,70                              | 3,83                               |
| 2,060     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 267,95                            | 268,53                              | 270,60                             | 270,90                              | 2,14                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 267,95                            | 269,64                              | 270,60                             | 270,90                              | 1,41                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 267,950                           | 270,01                              | 270,60                             | 270,90                              | 1,78                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 267,95                            | 270,50                              | 270,60                             | 270,90                              | 1,53                               |

| STANIČENÍ | Q<br>řada        | průtok Q<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška dna<br>H <sub>d</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>h</sub> [ m ] | levý břeh<br>H <sub>lb</sub> [ m ] | pravý břeh<br>H <sub>pb</sub> [ m ] | rychlost<br>v [m·s <sup>-1</sup> ] |
|-----------|------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2,059     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 267,92                            | 268,48                              | 270,57                             | 270,87                              | 2,24                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 267,92                            | 268,91                              | 270,57                             | 270,87                              | 2,41                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 267,92                            | 269,37                              | 270,57                             | 270,87                              | 2,55                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 267,92                            | 269,83                              | 270,57                             | 270,87                              | 2,72                               |
| 2,045     | Q <sub>5</sub>   | 4,360  | 267,510                           | 268,150                             | 272,000                            | 271,300                             | 2,510                              |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,360  | 267,510                           | 268,490                             | 272,000                            | 271,300                             | 3,120                              |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,900   | 267,510                           | 268,820                             | 272,000                            | 271,300                             | 3,610                              |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,200   | 267,510                           | 269,160                             | 272,000                            | 271,300                             | 4,050                              |
| 2,044     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 267,11                            | 267,78                              | 272,00                             | 271,30                              | 2,40                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 267,11                            | 268,14                              | 272,00                             | 271,30                              | 2,98                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 267,11                            | 268,49                              | 272,00                             | 271,30                              | 3,43                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 267,11                            | 268,87                              | 272,00                             | 271,30                              | 3,80                               |
| 2,001     | Q <sub>5</sub>   | 4,360  | 266,41                            | 267,09                              | 272,91                             | 272,91                              | 2,02                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,360  | 266,41                            | 267,45                              | 272,91                             | 272,91                              | 2,54                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,900   | 266,41                            | 267,80                              | 272,91                             | 272,91                              | 2,91                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,200   | 266,41                            | 268,17                              | 272,91                             | 272,91                              | 3,25                               |
| 1,992     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 266,30                            | 266,88                              | 272,80                             | 272,80                              | 2,37                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 266,30                            | 267,20                              | 272,80                             | 272,80                              | 2,92                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 266,30                            | 267,53                              | 272,80                             | 272,80                              | 3,31                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 266,30                            | 267,86                              | 272,80                             | 272,80                              | 3,66                               |
| 1,964     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 265,72                            | 266,35                              | 272,03                             | 272,03                              | 2.10                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 265,72                            | 266,69                              | 272,03                             | 272,03                              | 2.64                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 265,72                            | 267,01                              | 272,03                             | 272,03                              | 3.05                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 265,72                            | 267,34                              | 272,03                             | 272,03                              | 3.43                               |
| 1,959     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 265,64                            | 266,20                              | 272,00                             | 270,00                              | 2,36                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 265,64                            | 266,51                              | 272,00                             | 270,00                              | 2,93                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 265,64                            | 266,80                              | 272,00                             | 270,00                              | 3,39                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 265,64                            | 267,20                              | 272,00                             | 270,00                              | 3,55                               |

| STANIČENÍ | Q<br>řada        | průtok Q<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška dna<br>H <sub>d</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>h</sub> [ m ] | levý břeh<br>H <sub>lb</sub> [ m ] | pravý břeh<br>H <sub>pb</sub> [ m ] | rychlost<br>v [m·s <sup>-1</sup> ] |
|-----------|------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1,948     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 265,31                            | 265,98                              | 269,02                             | 269,02                              | 2,17                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 265,31                            | 266,34                              | 269,02                             | 269,02                              | 2,70                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 265,31                            | 266,69                              | 269,02                             | 269,02                              | 3,12                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 265,31                            | 267,05                              | 269,02                             | 269,02                              | 3,48                               |
| 1,944     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 265,25                            | 265,85                              | 268,99                             | 268,99                              | 2,43                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 265,25                            | 266,17                              | 268,99                             | 268,99                              | 3,02                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 265,25                            | 266,48                              | 268,99                             | 268,99                              | 3,49                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 265,25                            | 266,80                              | 268,99                             | 268,99                              | 3,92                               |
| 1,932     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 264,87                            | 265,50                              | 269,03                             | 270,03                              | 2,24                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 264,87                            | 265,86                              | 269,03                             | 270,03                              | 2,75                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 264,87                            | 266,20                              | 269,03                             | 270,03                              | 3,15                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 264,87                            | 266,56                              | 269,03                             | 270,03                              | 3,50                               |
| 1,927     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 264,78                            | 265,37                              | 268,98                             | 269,98                              | 2,41                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 264,78                            | 265,69                              | 268,98                             | 269,98                              | 3,00                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 264,78                            | 265,99                              | 268,98                             | 269,98                              | 3,46                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 264,78                            | 266,30                              | 268,98                             | 269,98                              | 3,88                               |
| 1,900     | Q <sub>5</sub>   | 4,36   | 264,05                            | 264,64                              | 268,00                             | 266,00                              | 2,40                               |
|           | Q <sub>20</sub>  | 8,36   | 264,05                            | 264,96                              | 268,00                             | 266,00                              | 3,00                               |
|           | Q <sub>50</sub>  | 12,90  | 264,05                            | 265,20                              | 268,00                             | 266,00                              | 3,49                               |
|           | Q <sub>100</sub> | 18,20  | 264,05                            | 265,85                              | 268,00                             | 266,00                              | 2,75                               |

**Tab.4.** Hladiny  $Q_5$ ;  $Q_{20}$ ;  $Q_{50}$ ;  $Q_{100}$  v jednotlivých profilech

kde

$Q$  průtok vody v daném profilu

$H_d$  výška dna koryta

$H_h$  výška hladiny v korytě při daném průtoku

$H_{lb}$  výška levého břehu v daném profilu

$H_{pb}$  výška pravého břehu v daném profilu

$v$  rychlost vody v daném profilu

Úroveň hladiny v jednotlivých zatrubnění pro průtokovou řadu  $Q_5$ ;  $Q_{20}$ ;  $Q_{50}$ ;  $Q_{100}$ 

| Název objektu | STANIČENÍ | Q řada    | průtok $Q_{přev} [m^3 \cdot s^{-1}]$ | průtok $Q_{nepřev} [m^3 \cdot s^{-1}]$ | Průtok $Q_{celk.} [m^3 \cdot s^{-1}]$ | výška dna $H_{DN} [m]$ | výška dna $H_{UP} [m]$ | výška hlad. $H_{DN} [m]$ | výška hlad. $H_{UP} [m]$ | rozdíl hladin $h [m]$ |
|---------------|-----------|-----------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| zatrubnění Z4 | 2,835     | $Q_5$     | 4,36                                 | 0,00                                   | 4,36                                  | 290,44                 | 290,83                 | 291,35                   | 292,31                   | 0,96                  |
|               |           | $Q_{20}$  | 7,49                                 | 0,87                                   | 8,36                                  | 290,44                 | 290,83                 | 291,84                   | 292,93                   | 1,09                  |
|               |           | $Q_{50}$  | 7,16                                 | 5,74                                   | 12,90                                 | 290,44                 | 290,83                 | 292,31                   | 293,33                   | 1,02                  |
|               |           | $Q_{100}$ | 9,21                                 | 8,99                                   | 18,20                                 | 290,44                 | 290,83                 | 292,95                   | 293,45                   | 0,50                  |
| zatrubnění Z3 | 2,631     | $Q_5$     | 4,36                                 | 0,00                                   | 4,36                                  | 279,39                 | 288,48                 | 280,12                   | 289,80                   | 9,68                  |
|               |           | $Q_{20}$  | 8,36                                 | 0,00                                   | 8,36                                  | 279,39                 | 288,48                 | 280,52                   | 290,52                   | 10,00                 |
|               |           | $Q_{50}$  | 9,39                                 | 3,51                                   | 12,90                                 | 279,39                 | 288,48                 | 281,31                   | 290,43                   | 9,12                  |
|               |           | $Q_{100}$ | 11,27                                | 6,93                                   | 18,20                                 | 279,39                 | 288,48                 | 281,30                   | 291,32                   | 10,02                 |
| zatrubnění Z2 | 2,250     | $Q_5$     | 4,36                                 | 0,00                                   | 4,36                                  | 273,22                 | 275,31                 | 273,85                   | 276,40                   | 2,55                  |
|               |           | $Q_{20}$  | 8,36                                 | 0,00                                   | 8,36                                  | 273,22                 | 275,31                 | 274,16                   | 277,00                   | 2,84                  |
|               |           | $Q_{50}$  | 12,90                                | 0,00                                   | 12,90                                 | 273,22                 | 275,31                 | 274,43                   | 277,57                   | 3,14                  |
|               |           | $Q_{100}$ | 14,82                                | 3,46                                   | 18,20                                 | 273,22                 | 275,31                 | 274,70                   | 277,34                   | 2,64                  |
| zatrubnění Z1 | 2,147     | $Q_5$     | 4,36                                 | 0,00                                   | 4,36                                  | 270,70                 | 271,30                 | 272,49                   | 272,66                   | 0,17                  |
|               |           | $Q_{20}$  | 7,66                                 | 0,70                                   | 8,36                                  | 270,70                 | 271,30                 | 273,23                   | 273,17                   | 0,06                  |
|               |           | $Q_{50}$  | 8,73                                 | 4,17                                   | 12,90                                 | 270,70                 | 271,30                 | 273,33                   | 273,18                   | 0,15                  |
|               |           | $Q_{100}$ | 10,01                                | 8,19                                   | 18,20                                 | 270,70                 | 271,30                 | 273,44                   | 273,79                   | 0,35                  |

Tab.5. Hladiny  $Q_5$ ;  $Q_{20}$ ;  $Q_{50}$ ;  $Q_{100}$  v jednotlivém zatrubnění

kde:

$Q$  – průtok vody v daném profilu

$Q_{přev}$  – průtok, který objekt převede korytem

$Q_{nepřev.}$  – průtok, který objekt nepřevede a voda přechází přes objekt

$Q_{celk.}$  – celkový průtok

$H_{DN}$  – výška dna v dolním profilu objektu v proti směru proudění

$H_{UP}$  – výška dna v horním profilu objektu ve směru proudění

$H_{DN}$  – výška hladiny v dolním profilu objektu při daném průtoku v proti směru proudění

$H_{UP}$  – výška hladiny v horním profilu objektu při daném průtoku ve směru proudění

$h$  – rozdíl hladin

| Úroveň hladiny u jednotlivých mostů a lávek<br>pro průtoky $Q_5$ ; $Q_{20}$ ; $Q_{50}$ ; $Q_{100}$ |           |           |  |   |   |                               |                                  |                                  |
|--|-----------|-----------|--|---|---|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Název<br>objektu   | STANIČENÍ | Q<br>řada | $Q_{přev}$<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | $Q_{nepřev.}$<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | $Q_{celk.}$<br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška<br>most.<br>$H_M$ [ m ] | výška<br>hlad.<br>$H_{DN}$ [ m ] | výška<br>hlad.<br>$H_{UP}$ [ m ] |
| most<br>M14  | 2,876     | $Q_5$     | 4,36   | 0,00  | 4,36  | 293,67                        | 292,40                           | 292,39                           |
|  |           | $Q_{20}$  | 8,36   | 0,00  | 8,36  | 293,67                        | 293,18                           | 293,17                           |
|  |           | $Q_{50}$  | 12,90  | 0,00  | 12,90   | 293,67                        | 293,52                           | 293,58                           |
|  |           | $Q_{100}$ | 18,20  | 0,00  | 18,20   | 293,67                        | 293,45                           | 293,56                           |
| lávka<br>L13   | 2,860     | $Q_5$     | 4,36   | 0,00  | 4,36  | 290,95                        | 292,33                           | 292,34                           |
|  |           | $Q_{20}$  | 8,23   | 0,00  | 8,36  | 290,95                        | 292,91                           | 293,03                           |
|  |           | $Q_{50}$  | 9,54   | 0,00  | 12,90   | 290,95                        | 293,21                           | 293,50                           |
|  |           | $Q_{100}$ | 10,06  | 0,00  | 18,20   | 290,95                        | 293,63                           | 293,68                           |
| lávka<br>L11   | 2,820     | $Q_5$     | 4,36   | 0,00  | 4,36  | 292,00                        | 290,86                           | 290,88                           |
|  |           | $Q_{20}$  | 8,36   | 0,00  | 8,36  | 292,00                        | 291,29                           | 291,33                           |
|  |           | $Q_{50}$  | 9,77   | 0,00  | 12,90   | 292,00                        | 292,04                           | 292,38                           |
|  |           | $Q_{100}$ | 10,20  | 0,00  | 18,20   | 292,00                        | 292,58                           | 292,45                           |
| most<br>M10  | 2,803     | $Q_5$     | 4,36   | 0,00  | 4,36  | 291,71                        | 290,40                           | 290,46                           |
|  |           | $Q_{20}$  | 8,36   | 0,00  | 8,36  | 291,71                        | 291,14                           | 291,18                           |
|  |           | $Q_{50}$  | 12,90  | 0,00  | 12,90   | 291,71                        | 291,54                           | 291,65                           |
|  |           | $Q_{100}$ | 7,89   | 0,00  | 18,20   | 291,71                        | 292,03                           | 292,23                           |

| Název objektu | STANIČENÍ | Q řada           | Q <sub>přev</sub><br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | Q <sub>nepřev.</sub><br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | Q <sub>celk.</sub><br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška most.<br>H <sub>M</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>DN</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>UP</sub> [ m ] |
|---------------|-----------|------------------|---|--|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| most M9       | 2,315     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 279,43                              | 277,91                               | 277,95                               |
|               |           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 279,43                              | 278,34                               | 278,39                               |
|               |           | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 279,43                              | 278,75                               | 278,81                               |
|               |           | Q <sub>100</sub> | 6,90  | 0,00   | 18,20  | 279,43                              | 279,18                               | 279,92                               |
| most M8       | 2,137     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 273,60                              | 271,04                               | 271,43                               |
|               |           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 273,60                              | 271,68                               | 271,87                               |
|               |           | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 273,60                              | 272,24                               | 272,44                               |
|               |           | Q <sub>100</sub> | 18,20   | 0,00   | 18,20  | 273,60                              | 272,79                               | 273,08                               |
| lávka L7      | 2.1201    | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 270,08                              | 270,83                               | 270,82                               |
|               |           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 270,08                              | 271,27                               | 271,22                               |
|               |           | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 270,08                              | 271,70                               | 271,64                               |
|               |           | Q <sub>100</sub> | 9,31  | 0,00   | 18,20  | 270,08                              | 272,89                               | 272,89                               |
| lávka L6      | 2,0961    | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 271,39                              | 270,02                               | 269,99                               |
|               |           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 271,39                              | 270,48                               | 270,46                               |
|               |           | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 271,39                              | 270,92                               | 270,94                               |
|               |           | Q <sub>100</sub> | 5,74  | 0,00   | 18,20  | 271,39                              | 272,05                               | 272,05                               |
| most M5       | 2,068     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 270,85                              | 268,53                               | 269,38                               |
|               |           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 270,85                              | 269,64                               | 270,09                               |
|               |           | Q <sub>50</sub>  | 11,66   | 1,24   | 12,90  | 270,85                              | 270,01                               | 270,90                               |
|               |           | Q <sub>100</sub> | 15,16   | 3,04   | 18,20  | 270,85                              | 270,50                               | 270,32                               |
| most M4       | 1,993     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 268,81                              | 266,97                               | 267,07                               |
|               |           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 268,81                              | 267,30                               | 267,43                               |
|               |           | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 268,81                              | 267,62                               | 267,78                               |
|               |           | Q <sub>100</sub> | 18,20   | 0,00   | 18,20  | 268,81                              | 267,95                               | 268,15                               |
| most M3       | 1,960     | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 268,20                              | 266,29                               | 266,32                               |
|               |           | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 268,20                              | 266,66                               | 266,63                               |
|               |           | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 268,20                              | 266,95                               | 266,98                               |
|               |           | Q <sub>100</sub> | 18,20   | 0,00   | 18,20  | 268,20                              | 267,26                               | 267,31                               |

| Název objektu | STANIČEN Í | Q řada           | Q <sub>přev</sub><br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | Q <sub>nepřev.</sub><br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | Q <sub>celk.</sub><br>[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ] | výška most.<br>H <sub>M</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>DN</sub> [ m ] | výška hlad.<br>H <sub>Up</sub> [ m ] |
|---------------|------------|------------------|---|--|--|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| most M2       | 1,945      | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 267,62                              | 265,96                               | 265,94                               |
|               |            | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 267,62                              | 266,30                               | 266,32                               |
|               |            | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 267,62                              | 266,64                               | 266,67                               |
|               |            | Q <sub>100</sub> | 18,20   | 0,00   | 18,20  | 267,62                              | 266,99                               | 267,03                               |
|               |            |                  |   |  |  |                                     |                                      |                                      |
| most M1       | 1,928      | Q <sub>5</sub>   | 4,36  | 0,00   | 4,36   | 267,18                              | 265,46                               | 265,49                               |
|               |            | Q <sub>20</sub>  | 8,36  | 0,00   | 8,36   | 267,18                              | 265,81                               | 265,84                               |
|               |            | Q <sub>50</sub>  | 12,90   | 0,00   | 12,90  | 267,18                              | 266,15                               | 266,19                               |
|               |            | Q <sub>100</sub> | 18,20   | 0,00   | 18,20  | 267,18                              | 266,49                               | 266,54                               |

**Tab.6.** Hladiny  $Q_5$ ;  $Q_{20}$ ;  $Q_{50}$ ;  $Q_{100}$  v jednotlivých mostech a lávkách

kde:

$Q$  – průtok vody v daném profilu

$Q_{přev.}$  – průtok, který objekt převede korytem

$Q_{nepřev.}$  – průtok, který objekt nepřevede a voda přechází přes objekt

$Q_{celk.}$  – celkový průtok

$H_M$  – výška mostu

$H_{DN}$  – výška hladiny v dolním profilu objektu při daném průtoku v proti směru proudění

$H_{UP}$  – výška hladiny v horním profilu objektu při daném průtoku ve směru proudění

Grafické zpracování průběhu hladin je uvedeno v Příloze č. 3.

#### 4.3.1 Kapacita profilů a objektů na toku

Pomocí výpočtů z programu HEC- RAS bylo posuzována kapacita objektů a profilů na řešeném úseku toku. Profily a objekty, které nejsou kapacitní na průtoky  $Q_{100}$ ,  $Q_{50}$  a  $Q_{20}$  jsou uvedeny v Tab.7. a Tab.8. V důsledku snížené kapacity vyjmenovaných objektů dochází k nechtěnému rozlívání vody do okolí.



| NEKACITNÍ PROFILY NA TOKU             |                                      |                                       |  |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Staničení<br>nekapacitních<br>profilů | Průtokové<br>řady                    | Staničení<br>nekapacitních<br>profilů | Průtokové<br>řady                                    |
| 1,900                                 | Q <sub>100</sub>                     | 2,764                                 | Q <sub>100</sub>                                     |
| 2,060                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>   | 2,802                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| 2,070                                 | Q <sub>50</sub>                      | 2,808                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| 2,097                                 | Q <sub>100</sub>                     | 2,819                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| 2,121                                 | Q <sub>100</sub>                     | 2,823                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| 2,145                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub> , | 2,834                                 | Q <sub>100</sub>                                     |
| 2,146                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub> , | 2,852                                 | Q <sub>100</sub>                                     |
| 2,160                                 | Q <sub>100</sub>                     | 2,859                                 | Q <sub>100</sub>                                     |
| 2,161                                 | Q <sub>50</sub>                      | 2,862                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub> , Q <sub>20</sub> |
| 2,284                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>   | 2,875                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| 2,319                                 | Q <sub>50</sub>                      | 2,880                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| 2,655                                 | Q <sub>100</sub>                     | 2,881                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| 2,366                                 | Q <sub>100</sub>                     | 2,897                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |

Tab.7. Seznam nekapacitních profilů na toku

| NEKACITNÍ OBJEKTY NA TOKU |                                       |  |                     |                                       |  |
|---------------------------|---------------------------------------|--|---------------------|---------------------------------------|--|
| Označení<br>objektů       | Staničení<br>nekapacitních<br>profilů | Průtokové řady                                       | Označení<br>objektů | Staničení<br>nekapacitních<br>profilů | Průtokové řady                                       |
| most M5                   | 2,068                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   | zatrubnění Z3       | 2,631                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| lávka L6                  | 2,096                                 | Q <sub>100</sub>                                     | most M10            | 2,803                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| lávka L7                  | 2,120                                 | Q <sub>100</sub>                                     | lávka L11           | 2,820                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |
| zatrubnění Z1             | 2,147                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub> , Q <sub>20</sub> | zatrubnění Z4       | 2,835                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub> , Q <sub>20</sub> |
| zatrubnění Z2             | 2,250                                 | Q <sub>100</sub>                                     | lávka L13           | 2,860                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub> , Q <sub>20</sub> |
| most M9                   | 2,315                                 | Q <sub>100</sub>                                     | most M14            | 2,876                                 | Q <sub>100</sub> , Q <sub>50</sub>                   |

Tab.8. Seznam nekapacitních objektů na toku

Z uvedených tabulek Tab.7. a Tab.8. vyplývá, že koryto Ludvíkovického potoka v posuzovaném úseku bezpečně převede průtoky  $Q_1$ ,  $Q_2$  a  $Q_5$ . Vhodná ochrana před

povodněmi pro obec Ludvíkovice, která má charakter rozptýlené zástavby, by měla být dimenzována minimálně na  $Q_N = Q_{20} = 8,36 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Z uvedeného důvodu je třeba zajistit zvýšení kapacity u profilů a objektů, které tomuto průtoku nevyhovují.

## 5. TEORETICKÝ NÁVRH OPATŘENÍ

Pro zajištění ochrany obce Ludvíkovice na návrhový průtok  $Q_N = Q_{20}$  je třeba zvýšit kapacitu toku v úseku km 2,862 a na objektech Z1 v km 2,147, Z4 v km 2,835 a L13 v km 2,860. V řešeném úseku toku je koryto toku ve správě podniku Lesy České republiky, s.p. a objekty na toku jsou ve správě OÚ Ludvíkovice.

Pro zvětšení kapacity koryta a zlepšení ochrany obce před povodněmi, byl zpracován následující teoretický návrh opatření. Koryto Ludvíkovického potoka by bylo vhodné pročistit od kamenů větších velikostí a vegetace, která se usadila na dně koryta. V současné době se toto opatření realizuje v obci Ludvíkovice a zatím byl pročištěn dolní úsek Ludvíkovického potoka, viz Příloha č.1 „Fotodokumentace – květen 2012“. Pak by mělo docházet k pravidelné údržbě správcem toku Lesy České republiky, s.p.

Dalším vhodným prostředkem ke zvýšení kapacity koryta by bylo odstranění objektů na toku, jako jsou nepoužívané nebo poškozené lávky a potrubí, které křížují koryto (Příloha č. 1). Tyto objekty jsou ve správě OÚ Ludvíkovice. Zatrubnění, které jsou příliš dlouhé a neodpovídají navržené kapacitě koryta by bylo vhodné zkrátit a nahradit jev místech, kde je to možné otevřeným korytem, např. na soukromích pozemcích nebo podél silnice. Tyto objekty jsou ve správě OÚ Ludvíkovice.

Posledním způsobem navrhovaného teoretického opatření by byla možnost prohloubit a rozšířit koryto na místech, kde by to nenarušovalo místní infrastrukturu obce Ludvíkovice, a tím zvýšit kapacitu koryta.

Seznam navrhovaných úprav:

- |                  |   |
|------------------|---|
| km 1,900 – 2,068 | → zarostlé a zanesené koryto od nánosů<br>(Příloha č. 1, <i>Obr.1-5</i> )                         |
|                  | - doporučuji vyčistit koryto od nánosů  |
| km 2,0595        | → kanalizační potrubí křížující koryto (Příloha č. 1)   |
|                  | - doporučuji přeložení tohoto potrubí, které zmenšuje průtočný profil, předělat obecní kanalizaci |

- |                  |  |
|------------------|--|
| km 2,120         | → lávka na soukromém pozemku (Příloha č. 1)<br>- doporučuji odstranění, na pozemku se již vyskytuje jedna lávka  |
| km 2145          | → plynové potrubí křižující koryto (Příloha č. 1, <i>Obr.7</i> )<br>- doporučuji přeložit toto potrubí, které zmenšuje průtočný profil                                     |
| km 2,160 – 2,216 | → úzké koryto (Příloha č. 1)<br>- doporučuji koryto před vstupem do zatrubnění pročistit rozšířit  |
| km 2,216         | → zarostlé a zanesené koryto od nánosů (Příloha č. 1, <i>Obr.10</i> )<br>- doporučuji vyčistit koryto od keřového porostu a od nánosů                                      |
| km 2,250         | → začátek zatrubnění (Příloha č. 1, <i>Obr.11</i> )<br>- doporučuji odstranit soukromou garáž, která křižuje koryto a je před začátkem zatrubnění                          |
| km 2,3655        | → kanalizační potrubí křižující koryto (Příloha č. 1, <i>Obr.14</i> )<br>- doporučuji přeložení tohoto potrubí, které zmenšuje průtočný profil, předělat obecní kanalizaci |
| km 2,645 – 2,677 | → zatrubnění (Příloha č. 1)<br>- doporučuji v tomto úseku zatrubnění odkrýt pro zvětšení průtočného profilu, zatrubnění se nachází na soukromém pozemku                    |
| km 2,687 – 2,743 | → zatrubnění (Příloha č. 1)<br>- doporučuji i v tomto úseku zatrubnění odkrýt pro zvětšení průtočného profilu, zatrubnění se nachází na soukromém pozemku                  |
| km 2,120         | → lávka na soukromém pozemku (Příloha č. 1)<br>- doporučuji odstranění, na pozemku se již vyskytuje jeden mostek   |
| km 2,860         | → nevyužívaná lávka (Příloha č. 1, <i>Obr.15</i> )<br>- lávka již delší dobu není využívána, proto doporučuji  |

Grafické zpracování teoretických úprav je uvedeno v Příloze č.5 „Teoretický návrh – Situace“.

## 6. ZÁVĚR

Na základě prohlídky a prostudování podkladů posuzovaného úseku koryta Ludvíkovický potok a výpočtů z výpočetního programu HEC-RAS lze konstatovat, že stávající koryto je nedostačující ohledně kapacity na návrhový průtok  $Q_{20}$ .

V rámci předložené bakalářské práce bylo provedeno posouzení kapacity koryta za pomoci 1D výpočetního programu HEC-RAS, vymezeného ř. km 1,900 – 2,900 a teoretický návrh opatření, která povedou ke zvýšení kapacity toku v kritických lokalitách a k zajištění požadované protipovodňové ochrany obce.

Jelikož teoreticky navržené celkové úpravy na posuzovaném úseku by byly pro obec Ludvíkovice finančně velmi nákladné a špatně proveditelné, např. změna trasy (přeložka) kanalizační stoky v obci. Měl by být kladen důraz na individuální ochranu ohrožených objektů jejich vlastníky.

## 7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### 7.1 Použitá literatura

- [1] MACOUN, Z. *Odstranění povodňových škod. Ludvíkovický potok v km 1,840-2,120*, Projektová dokumentace. 08/1999.
- [2] *Zpráva o povodni 08/2010, 2. Část povodňové zprávy (F - G)*. Povodí Ohře, Vodohospodářský dispečink. 10/2010.
- [3] JANDORA, Jan; UHMANNOVÁ, Hana. *Proudění v systémech říčních koryt*. Brno : VUT FAST Brno, 2006. 119 s.
- [4] BOOR, B., KUNŠTÁTSKÝ J., PATOČKA C. *Hydraulika pro vodohospodářské stavby*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1968.

### 7.2 Internetové zdroje

- [5] Český hydrometeorologický ústav: Hydrologie [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/>
- [6] Územní plán obce Ludvíkovice. [online]. [cit. 2012-4-25]. Dostupné z: <http://ou-ludvikovice.cz/uzemniplan/photo130.htm>
- [7] *Oficiální stránky obce Ludvikovice* [online]. [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://ou-ludvikovice.cz/polohamapy.html>
- [8] Správa CHKO Labské pískovce [online]. [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://www.labskepiskovce.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/labske->
- [9] Správa Národního parku České Švýcarsko [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: [http://ceskosaske-svycarsko.eu/startseite/index.php?version=0&lang\\_id=1](http://ceskosaske-svycarsko.eu/startseite/index.php?version=0&lang_id=1)
- [10] *Mapový server* [online]. [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>
- [11] Lesy České republiky. *Lesy České republiky* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://www.lesy.cz/ost53/Stranky/Default.aspx>
- [12] US ARMY CORPS OF ENGINEERS. *HEC-RAS Help*. Davis CA, 2005. Dostupné z: <http://www.hec.usace.army.mil/>
- [13] Geo INFO-geovědní informace na území ČR. *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/website/geoinfo/>
- [14] *Mapový server* [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: <http://geoportal.cenia.cz>
- [15] *Mapový server* [online]. [cit. 2011-05-15]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(5cnfua45hseaien4zj13upvf\)\)/Default.aspx?head\\_tab=sekce-00-gp&mode=TextMeta&text=uvod\\_uvod&menu=01&news=yes&UvodniStrana=yes](http://geoportal.cuzk.cz/(S(5cnfua45hseaien4zj13upvf))/Default.aspx?head_tab=sekce-00-gp&mode=TextMeta&text=uvod_uvod&menu=01&news=yes&UvodniStrana=yes)

- [16] Vodní hospodářství a ochrana vod. Hydroekologický informační systém VÚV TGM: Databáze [online]. 2008 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/>
- [17] Klimatické regiony ČR. Databáze [online]. 2008 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/web/web-sispo/klimreg/klimapa.html>

## 8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

### 8.1 Zkratky

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| ČHMU  | - Český hydrometeorologický ústav |
| ČR    | - Česká republika                 |
| CHKO  | - Chráněná krajinná oblast        |
| OÚ    | - obecný úřad                     |
| ř. km | - říční kilometr                  |
| 1D    | - jednorozměrný model             |

### 8.2 Symboly

|          |   |                                  |
|----------|---|----------------------------------|
| $g$      | - tíhové zrychlení ( $g = 9,806 \text{ m s}^{-2}$ )                               | $[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$ |
| $h$      | - rozdíl hladin   | $[\text{m}]$                     |
| $h_{zj}$ | - součet ztrát třením a součet ztrát místních na daném úseku                      | $[\text{m}]$                     |
| $H_d$    | - výška dna koryta  | $[\text{m}]$                     |
| $H_h$    | - výška hladiny v korytě při daném průtoku  | $[\text{m}]$                     |
| $H_{lb}$ | - výška levého břehu v daném profilu  | $[\text{m}]$                     |
| $H_{pb}$ | - výška pravého břehu v daném profilu   | $[\text{m}]$                     |
| $H_{UP}$ | - výška hladiny v horním profilu objektu při daném průtoku ve směru proudění      | $[\text{m}]$                     |
| $H_{UP}$ | - výška dna v horním profilu objektu ve směru proudění                            | $[\text{m}]$                     |
| $H_{DN}$ | - výška dna v dolním profilu objektu v proti směru proudění                       | $[\text{m}]$                     |
| $H_{DN}$ | - výška hladiny v dolním profilu objektu při daném průtoku v proti směru proudění | $[\text{m}]$                     |
| $H_M$    | - výška mostu   | $[\text{m}]$                     |

|                |  |                                      |
|----------------|--|--------------------------------------|
| $n$            | - drsnost  |                                      |
| $Q$            | - průtok vody v daném profilu                                | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_a$          | - průměrný roční průtok                                      | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_{celk.}$    | - celkový průtok   | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_N$          | - návrhový průtok  | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_{nepře}$    | - průtok, který objekt nepřevede a voda přechází přes objekt | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_{přev.}$    | - průtok, který objekt převede korytem                       | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_1$          | - 1-letý průtok  | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_2$          | - 2-letý průtok  | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_5$          | - 5-letý průtok  | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_{10}$       | - 10-letý průtok   | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_{20}$       | - 20-letý průtok   | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_{50}$       | - 50-letý průtok   | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $Q_{100}$      | - 100-letý průtok  | $[ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} ]$ |
| $v$            | - rychlost vody v daném profilu                              | $[ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} ]$   |
| $v_{i+1}, v_i$ | - rychlost v příslušných profilech                           | $[ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} ]$   |
| $\alpha$       | -Coriolosivo číslo   |                                      |
| $\Delta h_j$   | - rozdíl hladin na úseku j                                   | $[ \text{m} ]$                       |
| $\Delta L_j$   | - délka úseku j  | $[ \text{m} ]$                       |

## 9. SEZNAM OBRÁZKŮ

|  |    |
|--|----|
| <i>Obr. 1</i> Lokalizace řešeného úseku [16].....                  | 11 |
| <i>Obr. 2</i> Geomorfologické členění [13].....                    | 12 |
| <i>Obr. 3</i> Povrchové vody v CHKO Labské pískovce [9].....       | 13 |
| <i>Obr. 4</i> Klimatické poměry v ČR [17]. ....                    | 15 |
| <i>Obr. 5</i> Pohled na lávku L2 v ř. km 1.959.....                | 20 |
| <i>Obr. 6</i> Pohled opěrnou zeď se stromy ř.km 2,159.....         | 21 |
| <i>Obr. 9</i> Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [3]. .... | 27 |

## 10. SEZNAM TABULEK

|   |    |
|---|----|
| <i>Tab.1.</i> N-leté průtoky na Ludvíkovickém potoku [5].....                                       | 14 |
| <i>Tab.2.</i> Seznam počtu objektů na toku.....   | 28 |
| <i>Tab.3.</i> Hodnoty drsností.....   | 28 |
| <i>Tab.4.</i> Hladiny $Q_5$ ; $Q_{20}$ ; $Q_{50}$ ; $Q_{100}$ v jednotlivých profilech .....        | 36 |
| <i>Tab.5.</i> Hladiny $Q_5$ ; $Q_{20}$ ; $Q_{50}$ ; $Q_{100}$ v jednotlivém zatrubnění.....         | 37 |
| <i>Tab.6.</i> Hladiny $Q_5$ ; $Q_{20}$ ; $Q_{50}$ ; $Q_{100}$ v jednotlivých mostech a lávkách..... | 40 |
| <i>Tab.7.</i> Seznam nekapacitních profilů na toku.....   | 41 |
| <i>Tab.8.</i> Seznam nekapacitních objektů na toku .....  | 41 |

## 11. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č.1 – Fotodokumentace
- Příloha č.2 – Situace Ludvíkovického potoka
- Příloha č.3 – Přehledný podélný profil
- Příloha č.4 – Přehledné příčné řezy
- Příloha č.5 – Teoretický návrh - Situace